心理科学进展　2022, Vol. 30, No. 10, 2240–2253
Advances in Psychological Science

https://doi.org/10.3724/SP.J.1042.2022.02240

一体化促进联结记忆的作用机制：熟悉性和回想加工

刘泽军　刘　伟

(上海师范大学教育学院，上海 200234)

摘　要　当两个或两个以上项目进行一体化编码时，熟悉性也能够支持联结再认，这一观点已经得到大量研究证据的支持。然而，关于一体化如何影响联结再认和构成联结的单个项目再认仍存在分歧。通过回顾现有研究发现：(1)一体化一致性是调节一体化与联结再认关系的重要因素；(2)认知资源有限和新/旧词语义相关性是影响一体化对项目再认作用的重要因素；(3)一体化的发生机制存在"项目假说"、"图式假说"以及"精细加工假说"三种可能的理论解释。未来研究不仅需要控制一体化一致性，还可以比较不同一体化方式的作用大小以及探索一体化效应的毕生发展规律。

关键词　一体化，联结再认，项目再认，熟悉性，回想

分类号　B842

人类情景记忆系统确保了我们能够有效地编码、存储和提取过去发生过的事件和情景。作为情景记忆系统的一部分，再认是衡量记忆效果的重要手段。双加工理论认为再认判断可以由两个相互独立的加工过程来支持：熟悉性和回想。其中，熟悉性一种对旧项目的熟悉感，但无法提取细节信息的加工过程，而回想能够提取项目发生时的细节信息(Mandler, 1980; Yonelinas, 2002; Yonelinas et al., 2010)。早期研究发现，熟悉性和回想加工都能支持单个项目的再认，但联结再认——判断项目与项目、项目与背景信息之间关系是否出现过的能力——只能由回想加工支持(Donaldson & Rugg, 1998; Rugg et al., 1998; Woodruff et al., 2006; Yonelinas, 1997, 2002)。然而，近10年来，这一观点受到越来越多的质疑。研究者发现，当两个或两个以上项目被整合为一个新的整体时，熟悉性加工也能够支持联结再认(Ahmad & Hockley, 2014; Han et al., 2018; Li et al., 2019; Liu et al., 2020a; Parks & Yonelinas, 2015; Tibon et al., 2014a, 2014b; Zheng et al., 2015a)。Graf和Schacter (1989)将这种操作定义为一体化(Unitization)。依据联结生成的方向，Tibon等(2014b)将一体化分为自上而下一体化和自下而上一体化。随后，大量的行为学研究(Ahmad & Hockley, 2014; Ahmad et al., 2014; Delhaye & Bastin, 2018a; Parks & Yonelinas, 2015; Robey & Riggins, 2018; Shao et al., 2016)，神经电生理学研究(Bridger et al., 2017; Desaunay et al., 2017; Han et al., 2018; Hubbard, 2014; Kamp et al., 2016; Kriukova et al., 2013; Li et al., 2017, 2019; Lyu et al., 2017; Rhodes & Donaldson, 2007, 2008; Tibon et al., 2014a, 2014b; Wang et al., 2016; Zheng et al., 2015a, 2015b)，磁共振成像研究(Bird, 2017; Borders et al., 2017; Haskins et al., 2008)，遗忘症患者研究(Giovanello et al., 2006; Kirwan et al., 2010; Mayes et al., 2002; Olsen et al., 2012; Quamme et al., 2007)以及老年群体研究(Ahmad et al., 2014; Badham et al., 2012; Bridger et al., 2017; Delhaye et al., 2018b, 2019; Naveh-Benjamin et al., 2003; Zheng et al., 2015b)都开始探讨一体化对联结再认及其加工过程的作用。相关研究见表1。

1　一体化对联结再认及其加工过程的作用

由表1可知，研究者通过操纵不同的一体化方式(自上而下一体化、自下而上一体化)、实验材料(单词、图片、声音等)和评估熟悉性和回想加工的方法(ROC曲线、R/K程序和ERPs成分)来考察一体化对联结再认及其加工过程的作用。

收稿日期：2022-02-25
通信作者：刘泽军, E-mail: 2170401016@cnu.edu.cn
刘伟, E-mail: liuwei@shnu.edu.cn

表 1　一体化对联结再认及其加工过程的作用

一体化方式	作者 (年份)	高 vs.低一体化水平	实验方法	联结再认表现	加工过程		一体化一致性
					熟悉性	回想	
自上而下一体化	Bader et al. (2010)	概念定义 vs. 句子填充	ERPs	Pr (高) = Pr (低)	增加	减少	不一致
	Han et al. (2018)	交互表象 vs. 项目表象	ERPs	Pr (高) > Pr (低)	增加	相等	不一致
	Haskins et al. (2008)	概念定义 vs. 句子填充	ROCs	Pr (高) > Pr (低)	增加	相等	不一致
	Hubbard (2014)	概念定义 vs. 句子填充	ERPs	Pr (高) > Pr (低)	相等	相等	不一致
	Kamp et al. (2016)	概念定义 vs. 句子填充	ERPs	Pr (高) = Pr (低)	增加	减少	不一致
	Lu et al. (2020)	交互表象、概念定义 vs. 项目表象	ERPs	Pr (交、概) > Pr (项)	增加	相等	不一致
	Murray (2014)	概念定义 vs. 句子填充	ERPs	Pr (高) > Pr (低)	相等	相等	不一致
		交互表象 vs. 项目表象	ERPs	Pr (高) > Pr (低)	增加	相等	不一致
	Parkset al. (2015)	概念定义 vs. 句子填充	ROCs	Pr (高) > Pr (低)	增加	增加	不一致
	Robey et al. (2017)	交互表象 vs. 项目表象	ROCs	Pr (高) > Pr (低)	增加	增加	不一致
	Shao et al. (2016)	概念定义 vs. 句子填充	R/K	Pr (高) > Pr (低)	增加	增加	不一致
		概念定义 vs. 句子填充	R/K	Pr (高) = Pr (低)	增加	减少	不一致
		交互表象 vs. 项目表象	R/K	Pr (高) = Pr (低)	相等	增加	不一致
自下而上一体化	Bridger et al. (2017)	空间位置合理 vs.不合理图片对	ERPs	Pr (高) > Pr (低)	增加	增加	一致
	Delhaye et al. (2018a)	复合词 vs. 非复合词	R/K	Pr (高) = Pr (低)	增加	相等	一致
	Delhaye et al. (2018b)	语义相关 vs. 无关图片对	R/K	Pr (高) = Pr (低)	增加	增加	一致
	Desaunay et al. (2017)	语义相关 vs. 无关图片对	ERPs	hits (高) = hits (低)	增加	增加	一致
	Greve et al. (2007)	语义相关 vs. 无关词对	ERPs	Pr (高) > Pr (低)	增加	相等	一致
	Kriukova et al. (2013)	分类相关 vs. 主题相关词对	ERPs	Pr (高) = Pr (低)	相等	减少	不一致
	Li et al. (2017)	复合词 vs. 非复合词	ERPs	Pr (高) > Pr (低)	增加	相等	不一致
		同时 vs. 继时呈现		Pr (高) = Pr (低)	相等	相等	不一致
	Li et al. (2019)	复合词 vs. 非复合词	ERPs	Pr (高) > Pr (低)	增加	增加	不一致
		单通道 vs. 跨通道呈现		Pr (高) > Pr (低)	相等	相等	不一致
	刘贵雄 等(2019)	复合词 vs. 非复合词	ERPs	Pr (高)<Pr (低)	增加	相等	不一致
	Liu et al. (2020a)	复合词 vs. 非复合词	R/K	Pr (高) = Pr (低)	增加	相等	一致
				Pr (高) > Pr (低)	增加	相等	不一致
	Liu et al. (2021)	语义相关 vs. 无关图片对	R/K	Pr (高) > Pr (低)	相等	增加	一致
	律原 等(2015)	语义相关 vs. 无关图片对	ERPs	Pr (高) > Pr (低)	增加	增加	不一致
	Lyu et al. (2017)	语义相关 vs. 无关词对	ERPs	Pr (高) > Pr (低)	增加	相等	不一致
	Opitz et al. (2006)	联结 vs. 语义相关词对	ERPs	hits (高) = hits (低)	增加	减少	—
	Rhodes et al. (2007)	联结 vs. 语义相关词对	ERPs	hits (高) > hits (低)	增加	相等	不一致
	Tibon et al. (2014a)	单通道 vs. 跨通道呈现	ERPs	hits (高) > hits (低)	增加	相等	不一致
	Tibon et al. (2014b)	语义相关 vs. 无关图片对	ERPs	Pr (高) > Pr (低)	增加	增加	不一致
	Wang et al. (2016)	同义词 vs. 非同义词	ERPs	Pr (高) > Pr (低)	增加	相等	不一致
	Zheng et al. (2015a)	复合词 vs. 非复合词	ERPs	hits (高) > hits (低)	增加	增加	不一致
	Zheng et al. (2015b)	复合词 vs. 非复合词	ERPs	Pr (高) > Pr (低)	增加	增加	不一致
两种一体化	Rhodeset al. (2008)	联结 vs. 语义相关词对	ERPs	Pr (高) > Pr (低)	增加	相等	不一致
		交互表象 vs. 项目表象		Pr (高) > Pr (低)	增加	相等	不一致

注：R/K (Remember/Know Procedure)表示记得/知道程序, 回想 = hits (记得), 校正后的熟悉性 = hits (知道)/(1-回想); ROCs (Receiver Operating Characteristic curves)表示接受者操作特征曲线, $P(\text{"yes"}|\text{old})_i = R + (1-R)\,\Phi(d'/2 - c_i) + P(\text{"yes"}|\text{new})_i - \Phi(-d'/2 - c_i)$, 其中 c_i 表示判断标准, d′表示熟悉性, R 表示回想; ERPs (event-related potentials)表示事件相关电位研究, 回想 = LPC 效应, 熟悉性 = FN400 效应; Pr (Probability of true recognition)表示联结再认的准确率, 等于旧词对的击中率减去重组词对的虚报率; hits 表示旧词对的击中率。

1.1 自上而下一体化对联结再认及其加工过程的作用

在自上而下一体化研究中，研究者通过指导被试将两个语义无关的项目整合编码为一个新的整体或分别编码为两个相互独立的表征来操纵一体化水平(即在实验过程中生成联结)。常用的方法有交互表象法 vs.项目表象法和概念定义法 vs.句子填充法(相关研究见表 1) (郑志伟 等, 2015)。具体而言，交互表象法 vs. 项目表象法通过操纵两个项目的表象来控制一体化水平，而概念定义法 vs.句子填充法则通过人为地赋予两个项目一定的意义来控制一体化水平。以牛奶－汽车为例，在交互表象条件下，被试想象一个包含牛奶和汽车交互表象的情景(想象为牛奶洒在了汽车上)，而在项目表象条件下，被试分别想象牛奶和汽车的表象，不进行交互想象。在概念定义条件下，研究者人为地创造一个定义性的句子把两个不相关的项目编码为一个新的整体(将牛奶－汽车定义为一种专门运输牛奶的交通工具)，而在句子填充条件下，研究者创造一个句子框架把这两个不相关的项目分别填充进去，形成两个相互独立的表征(他把牛奶洒到了汽车上)。

Han 等(2018)和 Murray (2014)以实验前语义无关的词语为实验材料，通过指导被试进行交互表象或项目表象来操纵一体化水平。结果发现，交互表象比项目表象条件有更好的联结再认表现。使用 ERPs 技术评估熟悉性和回想加工对联结再认的贡献，结果也显示交互表象比项目表象条件诱发更大的与熟悉性加工相关的早期额区新旧效应(early frontal old/new effect, FN400 效应)，而在与回想加工相关的晚期左顶区新旧效应上(late left-parietal old/new effect, LPC 效应)，交互表象和项目表象两种条件间没有显著的差异。Robey 和 Riggins (2018)首次探讨了一体化对学龄儿童(6 岁、8 岁)联结再认的作用，他们以物体的简笔画与颜色边框为实验材料(例如：苹果的简笔画和红色边框)，在交互表象条件下要求被试想象红色的苹果，而在非一体化条件下被试分别编码苹果的简笔画和红色的边框。提取阶段给被试呈现单张图片要求他们报告边框的颜色，并进行三点自信心评级。结果显示，不论是 6 岁还是 8 岁儿童，交互表象都比非一体化条件有更好的联结再认表现。区分熟悉性和回想加工对联结再认的贡献，结果显示交互表象比非一体化条件有更多的熟悉性加工。上述 3 项研究一致表明，自上而下一体化确实能够增加熟悉性加工对联结再认的贡献。然而，Shao 等(2016)首次通过减少项目表象条件的试次数(一半)和增加学习次数(2 倍)来提高项目表象条件的联结再认表现，考察在匹配了交互表象和项目表象两种条件间联结再认表现的前提下，熟悉性和回想加工如何贡献于联结再认。结果显示，交互表象比项目表象条件有更少的熟悉性加工和更多的回想加工。基于这一结果，Shao 等(2016)认为一体化可能会减少熟悉性加工对联结再认的贡献。但随后 Tibon 和 Henson (2015)对这一结果提出质疑，认为 Shao 等(2016)研究中的项目表象条件也混入了一体化编码。在项目表象条件下，Shao 等(2016)要求被试分别对两个项目进行想象，然后判断这两个项目之间哪一个更干净；在交互表象条件下，Shao 等(2016)要求被试想象一个能够包含这两个项目表象的新表象并评定其合理程度，研究者无法确定被试在项目表象条件下是否也采用了交互表象的策略。确实，相比较于交互表象法 vs.项目表象法通过被试自主想象来操纵一体化水平，概念定义法 vs.句子填充法则通过研究者人为地赋予这些实验材料一定的意义来操纵一体化水平。后者对一体化水平的操纵更明确和具体，且较少受被试自身策略的影响。

3 项通过概念定义和句子填充法操纵一体化水平的行为研究发现，概念定义比句子填充条件有更好的联结再认表现。区分熟悉性和回想加工对联结再认的贡献，结果显示概念定义法能够增加熟悉性和回想加工对联结再认的贡献(Haskins et al., 2008; Parks & Yonelinas, 2015; Shao et al., 2016)。在两项学位论文中，Hubbard (2014)和 Murray (2014)使用同样的实验范式并通过 ERPs 技术来评估熟悉性和回想加工对联结再认的贡献。结果显示，虽然概念定义比句子填充条件有更好的联结再认表现，但在熟悉性和回想加工上，两种条件之间没有显著的差异。此外，Bader 等(2010)和 Kamp 等(2016)使用相同的实验范式，结果却发现概念定义和句子填充条件有相等的联结再认表现。区分熟悉性和回想加工的结果显示，只在概念定义条件下诱发与熟悉性加工相关的 FN400 效应，而在句子填充任务条件下没有出现这一效应。一个更有趣的结果是，只在句子填充

条件下出现与回想加工相关的 LPC 效应，而概念定义条件下没有出现这一效应。基于上述结果，Bader 等(2010)和 Kamp 等(2016)认为当熟悉性加工足以支持联结再认时，回想不再是必需的。这一结果为回想加工受损的群体(老年人、海马损伤的病人、海马发育尚不完全的学龄儿童等)带来福音。

需要注意的是，同样的研究范式(概念定义法 vs.句子填充法)却得出不同的结果。究其原因可能有两点。一个是实验材料的构建，概念定义和句子填充法要求研究者在实验前创建好相应的实验材料。虽然这一操作保证了实验材料的同质性，但由于材料的新异性和人为创造性，不同被试对这些材料的理解和接受程度存在一定的差异，体现在编码阶段对实验材料合理性的评定上(Kamp et al., 2016)。这一差异在一定程度上会导致不同研究结果之间的分歧。另一个原因可能是测量熟悉性和回想的工具有所不同。相比较于行为研究中“记得/知道”程序和接受者操作特征曲线利用击中率和虚报率来评估熟悉性和回想加工(Haskins et al., 2008; Parks & Yonelinas, 2015; Shao et al., 2016), ERPs 技术通过叠加单个试次诱发的振幅来评估熟悉性和回想加工。前者更倾向于测量基于熟悉性和回想加工的联结再认结果，而后者更符合加工过程这一定义，也更符合主流观点中熟悉性加工早于和快于回想加工的共识(Liu et al., 2020b)。

1.2　自下而上一体化对联结再认及其加工过程的作用

相比较于自上而下一体化在实验过程中生成联结，自下而上一体化则通过项目间固有的知觉特性或内在联系来操纵一体化水平(即实验前材料自带的联结属性)，可以分为知觉一体化和概念一体化。其中，知觉一体化利用项目呈现的时间关系(同时呈现 vs.继时呈现)、感觉通道(视觉单通道、听觉单通道 vs.视听跨通道)等知觉相关属性来操纵一体化水平；概念一体化则依赖项目间已有的联结或语义关系来操纵一体化水平。例如，常见的复合词(交通－堵塞)和语义/主题/分类相关词对(小提琴－大提琴、小提琴－舞台、小提琴－吉他)都比无关词对(苹果－帽子)有更高的一体化水平(相关研究见表 1)。

Delhaye 和 Bastim (2018a)、Giovanello 等(2006)、Liu 等(2020a)和 Zheng 等(2015a, 2015b)利用复合词和非复合词来操纵一体化水平。结果显示，一体化可能不影响联结再认表现(Delhaye & Bastim, 2018a; Giovanello et al., 2006; Liu et al., 2020a)，也可能促进联结再认表现(Zheng et al., 2015a, 2015b)。区分熟悉性和回想加工对联结再认的贡献，结果显示一体化能够增加熟悉性加工，但可能不影响(Delhaye & Bastim, 2018a; Giovanello et al., 2006; Liu et al., 2020a)也可能增加回想加工对联结再认的贡献(Zheng et al., 2015a, 2015b)。Greve 等(2007)和 Lyu 等(2017)利用语义相关和语义无关词对来操纵一体化水平，结果显示一体化能够增加熟悉性加工对联结再认的贡献。除了使用词语作为实验材料，部分研究者还探讨了一体化对图片刺激联结再认的影响。Bridger 等(2017)通过空间位置合理 vs.不合理的图片对、律原等(2015)通过成语 vs.非成语图片对来操纵一体化水平，结果发现一体化不仅能够增加熟悉性和回想加工对联结再认的贡献，还能提高联结再认的表现。而 Delhaye 等(2018b)、Desaunay 等(2017)、Liu 和 Guo (2021)和 Tibon 等(2014b)通过语义相关和语义无关图片对来操纵一体化水平的研究发现，虽然一体化总能增加熟悉性和回想加工对联结再认的贡献，但一体化可能促进(Bridger et al., 2017; Liu & Guo, 2021[1]; Tibon et al., 2014b)，也可能不影响联结再认的表现(Delhaye et al., 2018b; Desaunay et al., 2017)。

通过对上述研究的回顾，我们发现不论是自上而下一体化还是自下而上一体化都能增加熟悉性对联结再认的贡献，但关于一体化对联结再认表现和回想加工的作用，研究之间存在明显的分歧。具体而言，8 项研究显示一体化并不影响联结再认表现，23 项研究显示一体化能够促进联结再认表现。15 项研究显示一体化并不影响回想加工对联结再认的贡献，12 项研究显示一体化能够增加回想加工对联结再认的贡献，甚至还有 4 项研究显示一体化会减少回想加工对联结再认的贡献。那么为什么会出现如此不同的结果呢？一种最直观的推测是：一体化方式可能会影响一体化对联结再认的作用。除此之外，通过对现有研究的分析和比较，我们还发现现有研究中存在一个未得到很好控制的额外变量，即是否匹配了编码

[1] Liu 和 Guo (2021)的研究中也发现相关图片比无关图片诱发更多的熟悉性加工，但未达到统计显著水平。

–提取刺激材料之间的一体化水平。接下来, 我们将分别从这两个角度来探讨一体化对联结再认及其加工过程的作用。

2 一体化方式和一体化一致性对联结再认及其加工过程的作用

2.1 不同一体化方式对联结再认及其加工过程作用的比较

除了关注单一一体化方式对联结再认的作用, 还有少数研究者比较了不同一体化方式对联结再认作用的大小。Li 等(2017)以复合词和非复合词为实验材料, 结合同时呈现和继时呈现探讨了两种自下而上一体化方式(概念一体化 vs.知觉一体化)对联结再认的作用。结果显示, 不论是同时呈现还是继时呈现, 复合词都比非复合词有更好的联结再认表现, 且非复合词–同时呈现比非复合词–继时呈现有更好的联结再认表现。区分熟悉性和回想加工对联结再认的贡献, 结果显示复合词–同时呈现、复合词–继时呈现、非复合词–同时呈现三种条件下均诱发显著的 FN400 效应, 而非复合词–继时呈现条件下没有出现在这一效应。在 LPC 效应上 4 种实验条件之间没有显著的差异。随后, Li 等(2019)又比较了概念一体化(复合词 vs.非复合词)和(通道)知觉一体化(视觉单通道 vs.视听跨通道)对联结再认的作用。结果发现, 不论是视觉单通道呈现还是视听跨通道呈现, 复合词比非复合词有更好的联结再认表现。区分熟悉性和回想加工的结果同样显示, 不论是单通道呈现还是跨通道呈现, 复合词都诱发显著的 FN400 效应和 LPC 效应, 而非复合词没有这一效应。上述两项研究表明, 自下而上一体化确实能够增加熟悉性加工对联结再认的贡献, 且概念一体化比知觉一体化有更高的一体化水平。Lu 等(2020)[2]首次比较了交互表象和概念定义两种自上而下一体化方式对联结再认作用的大小。编码阶段要求被试分别完成概念定义、交互表象和项目比较 3 种任务, 结果发现交互表象比概念定义任务有更好的联结再认表现, 且都好于项目比较任务。区分熟悉性和回想加工对联结再认的贡献, 结果显示概念定义和交互表象两种任务都诱发了显著的 FN400 效应且两者之间没有显著的差异, 而项目比较任务没有诱发这一效应。基于这一结果——在诱发同等程度新旧效应的情况下, 交互表象比概念定义任务有更好的联结再认表现, Lu 等(2020)认为交互表象可能比概念定义任务有更高的一体化水平。

除了对两种自下而上一体化方式(概念一体化 vs.知觉一体化)或自上而下一体化方式(交互表象 vs.概念定义)的比较以外, 目前仅有 Rhodes 和 Donaldson (2008)比较了自上而下一体化(联结词对 vs.语义相关词对)和自下而上一体化(交互表象 vs.项目表象)对联结再认作用的大小。结果显示, 联结词对–交互表象和联结词对–项目表象条件有相等的联结再认表现, 其次是语义相关词对–交互表象条件, 语义相关词对–项目表象条件有最差的联结再认表现。区分熟悉性和回想加工对联结再认的贡献, 结果显示前 3 种条件比语义相关词对–项目表象条件诱发更大的 FN400 效应和 LPC 效应。综合行为与 ERP 结果我们发现, 对于联结词对, 交互表象和项目表象条件不仅有相等的联结再认表现, 还有相等的 FN400 效应和 LPC 效应; 对于语义相关词对, 交互表象不仅比项目表象条件有更好的联结再认表现, 还比项目表象条件诱发更大的 FN400 效应和 LPC 效应。同理, 对于交互表象条件, 联结词对比语义相关词对有更好的联结再认表现, 但在 FN400 效应和 LPC 效应上, 两种词对之间没有显著的差异; 对于项目表象条件, 联结词对比语义相关词对有更好的联结再认表现, 且联结词对诱发更大的 FN400 效应和 LPC 效应。比较两种高一体化条件下的结果我们发现, 对于自身具有高一体化属性的刺激材料(自下而上一体化), 自上而下一体化并不影响联结再认及其加工过程; 对于实验中操纵的高一体化条件(自上而下一体化), 自下而上一体化会促进联结再认的表现。基于这一结果, 我们推测自下而上一体化可能比自上而下一体化有更高的一体化水平。这一推测也符合一体化的定义——将两个或两个以上项目整合为一个整体。相比较于实验过程中通过指导语生成联结的自上而下一体化, 由日常生活中捆绑呈现而形成的自下而上一体化拥有更高的一体化水平也是合理的。

综上所述, 我们认为不同的一体化方式之间存在可比性。概念一体化比知觉一体化和交互表

[2] Lu 等(2020)研究中也发现交互表象比项目表象诱发更大的与回想加工相关的 LPC 效应, 但未达到显著性水平。

象法有更高的一体化水平，交互表象法可能比概念定义法有更高的一体化水平。然而，关于概念一体化与概念定义法、知觉一体化与交互表象/概念定义法一体化水平的比较尚缺少直接的研究。基于已有研究，我们预测概念一体化可能比概念定义法有更高的一体化水平，交互表象法和概念定义法比知觉一体化有更高的一体化水平。

2.2　一体化一致性对一体化与联结再认及其加工过程关系的调节作用

Liu 等(2020a)首次提出一体化一致性这一变量，指编码－提取刺激材料之间的一体化水平是否发生变化。例如，在自下而上一体化中，编码阶段被试学习高一体化水平的词对(希腊－神话、英语－字母)和低一体化水平的词对(巴黎－客厅、池塘－公社)。提取阶段这些词对被重新组合为新的词对(高一体化水平：希腊－字母、巴黎－公社；低一体化水平：英语－神话、池塘－客厅)。那么相比较于希腊－字母和池塘－客厅编码－提取词对的一体化水平未发生变化，英语－神话和巴黎－公社编码－提取词对的一体化水平发生变化。而在自上而下一体化中，实验前没有任何语义关系的刺激材料属于低一体化水平。编码阶段通过完成不同的任务来区分高 vs.低一体化条件，提取阶段这些刺激材料被重新组合为新的无关刺激对。那么，对于低一体化条件，编码－提取刺激材料之间的一体化水平未发生变化，但对于高一体化条件，编码－提取刺激对之间的一体化水平却发生了变化。正是由于高一体化条件下，匹配编码－提取刺激材料一体化水平的困难，大多数研究者都没有对这一变量进行很好的控制(比例为24/31)，仅有 7 项研究控制了这一变量。其中，4 项研究放弃了一体化水平更高的复合词而选择了一体化水平稍低的语义相关刺激，以达到匹配编码－提取刺激一体化水平的目的(图片对：Delhaye et al., 2018b; Desaunay et al., 2017; Liu & Guo, 2021；词对：Greve et al., 2007)。这为研究者提供了新的材料选择思路。

Delhaye 等(2019)以分类相关和分类无关词对为实验材料，考察了编码阶段词对的分类相关性和提取阶段词对的分类相关性对联结再认的影响。结果显示，两种分类相关性共同决定联结再认的表现。编码阶段学习分类相关词对，提取时被重新组合为分类无关词对的条件比重新组合为分类相关词对的条件有更好的联结再认表现；编码阶段学习分类无关词时，不论提取阶段被重新组合为分类相关词对还是分类无关词对，两种条件间有相等的联结再认表现。这一结果表明，是否匹配编码－提取刺激材料的相关水平确实会影响相关性对联结再认的作用。按是否匹配编码－提取刺激材料相关水平重新分析数据，结果显示在匹配条件下，相关词对和无关词对有相等的联结再认表现(1.7 ± 0.87 vs. 1.42 ± 1.04)；在不匹配条件下，相关词对比无关词对有更好的联结再认表现(2.21 ± 0.77 vs. 1.22 ± 1.07)，表明是否匹配编码－提取刺激材料的相关水平确实会影响相关性与联结再认的关系。然而，Delhaye 等(2019)未进一步对联结再认的加工过程(熟悉性和回想)进行探索。

此外，也有 3 项研究以复合词和非复合词为实验材料，在匹配了编码－提取词对一体化水平后探讨一体化对联结再认的作用(Delhaye & Bastin, 2018a; Giovanello et al., 2006; Liu et al., 2020a)。然而，由于实验材料的难得性，Delhaye 和 Bastin (2018a)、Giovanello 等(2006)的试次数都非常少(n_1 = 22, n_2 = 12)，只有 Liu 等(2020a)的试次数达到 48。其中，Liu 等(2020a)首次提出一体化一致性这一变量。编码阶段要求被试学习复合词(宗教－信仰、逻辑－运算、群众－关系)和非复合词(功夫－口红、巴黎－客厅、池塘－公社)。测验阶段，屏幕上呈现一对词语，存在 6 种情况：复合－旧词对(学习复合词，测验相同的复合词，宗教－信仰)、复合－重组－一致词对(学习复合词，测验重新组合的复合词，逻辑－关系)、复合－重组－不一致词对(学习复合词，测验重新组合的非复合词，群众－运算)、非复合－旧词对(学习非复合词，测验相同的非复合词，功夫－口红)、非复合－重组－一致词对(学习非复合词，测验重新组合的非复合词，池塘－客厅)和非复合－重组－不一致词对(学习非复合词，测验重新组合的复合词，巴黎－公社)。被试需要对旧词对进行“旧”判断，对重组词对进行“新”判断，随后再进行“记得/知道”判断。结果显示，一体化和一体化一致性交互效应显著，当编码－提取刺激材料之间的一体化水平一致时，复合词和非复合词之间有相等的联结再认表现；当一体化水平不一致时，复合词比非复合词有更好的联结再认表现。区分熟悉性和回想

加工对联结再认的贡献，结果显示在一致条件下，复合词比非复合词有更多的熟悉性加工，但在回想加工上，两者之间没有显著的差异；在不一致条件下，复合词比非复合词有更多的熟悉性和回想加工。我们正在整理的一项 ERPs 研究也发现，在一致条件下，复合词和非复合词有相等的联结再认表现，且两者诱发相等的 LPC 效应；在不一致条件下，复合词比非复合词有更好的联结再认表现，且复合词诱发更大的 FN400 效应和 LPC 效应。唯一不同的结果在于，我们的研究发现，在一致条件下，复合词和非复合词都没有诱发显著的 FN400 效应。通过对 Liu 等(2020a)研究的检查发现，虽然一致条件下复合词比非复合词有更多的熟悉性加工，但熟悉性加工对联结再认的贡献却非常小(0.15 ± 0.30 vs. 0.06 ± 0.24)。因此，我们认为在一致条件下，熟悉性加工可能并不能支持联结再认。因为复合－旧词对(或非复合－旧词对)与复合－重组－一致词对(或非复合－重组－一致词对)有相近的实验前熟悉性，这一相近的熟悉性导致被试无法依靠熟悉性加工来区分旧词对和重组词对。而在不一致条件下，复合－旧词对(或非复合－旧词对)与复合－重组－不一致词对(或非复合－重组－不一致词对)有明显不同的实验前熟悉性，这一不同的熟悉性促进了熟悉性加工对旧词对和重组词对的区分。且与这一解释相一致，我们的 ERPs 结果显示，在不一致条件下，复合词诱发显著的 FN400 效应，而非复合词诱发反转的 FN400 效应。同理，对于回想加工，由于复合词比非复合词有更强的联结程度，被试可以依靠构成联结的单个词语来回忆编码阶段学习过的词对，进而做出“新/旧”判断。在一致条件下，虽然复合－旧词对比非复合－旧词对有更多的回想加工，但复合－重组－一致词对同样比非复合－重组－一致词对有更多的回想加工，这一同向增加的回想加工导致复合词和非复合词诱发相等的 LPC 效应；在不一致条件下，复合－重组－不一致词对比非复合－重组－不一致词对有更少的回想加工，导致复合词比非复合词诱发更大的 LPC 效应。总而言之，对于自下而上一体化，实验材料自身的熟悉性和联结强度决定了熟悉性和回想加工对联结再认的贡献(Liu et al., unpublished data)。

综合 Delhaye 等(2019)、Liu 等(2020a)和 Liu 等(unpublished data)[3]，我们认为一体化一致性是调节一体化和联结再认关系的重要变量。当编码－提取刺激材料的一体化水平一致时，一体化不仅不影响联结再认表现，也不影响回想加工对联结再认的贡献。而当编码－提取刺激材料的一体化水平不一致时，一体化不仅能够促进联结再认表现，还能增加熟悉性和回想加工对联结再认的贡献。这一结论很好地解释了现有研究中的分歧，并探明了一体化促进联结再认的限定条件——当高一体化水平的刺激被重新组合为低一体化水平的刺激时，一体化能够通过增加熟悉性和回想加工来提高联结再认的表现。

3 一体化对构成联结的单个项目再认及其加工过程的作用

虽然一体化能够促进熟悉性加工对联结再认的贡献这一观点已被广泛接受，但在这些研究中，研究者都忽略了另一个重要的问题。即一体化如何影响构成联结的单个项目的再认呢？迄今为止，关于一体化对项目再认影响的研究不仅数量较少，且结果存在明显的分歧。“只有收益”观点(benefits-only account)认为一体化在促进联结再认的同时并不会损害项目再认；“收支平衡”观点(benefits and costs account)则认为一体化是以损害项目再认为代价来促进联结再认的(刘泽军 等, 2019)。

Liu 等(2020b)以复合词和非复合词为实验材料、Liu 和 Guo (2021)以相关图片和无关图片为实验材料，探讨了自下而上一体化对项目再认的作用。结果显示，虽然复合词和非复合词有相等的项目再认表现(Liu et al., 2020b)，相关图片比无关图片有更好的项目再认表现(Liu & Guo, 2021)，但在区分熟悉性和回想加工对项目再认的贡献时，两个研究一致发现，高一体化条件(复合词、相关图片)比低一体化条件(非复合词、无关图片)诱发更小的 LPC 效应。即被试可以依据较少的神经活动而达到相等甚至更好的项目再认表现，支持了“只有收益”观点。除了自下而上一体化，Pilgrim 等(2012)通过交互表象法和项目表象法来操纵一体化水平，探讨自上而下一体化对项目再认的影

[3] Liu, Z., Li, X., Li, X., Yuan, J., & Guo, C. The benefit of unitization in associative recognition depends on the change in level of unitization between the studied and rearranged word pairs. *Psychophysiology*, unpublished data.

响。结果显示，虽然交互表象和项目表象条件有相等的项目再认表现，但交互表象比项目表象条件诱发更小的 FN400 效应。基于这一结果, Pilgrim 等(2012)得出结论——一体化对项目再认的影响过程中发生了损失(即减少了 FN400 效应)，支持“收支平衡”观点。然而，我们认为一体化虽然减少了 FN400 效应对项目再认的贡献，但两种条件间项目再认的准确性却是相等的。从另一种角度来讲，被试可以依据较少的神经活动而到达相等的记忆表现是一种促进作用，应当支持“只有收益”观点。Parks 和 Yonelinas (2015)通过概念定义法和句子填充法来操纵一体化水平。结果显示，概念定义比句子填充条件有更好的联结再认表现，但在项目再认表现上，两种条件间没有显著的差异。区分熟悉性和回想加工对两种再认的贡献结果显示，在联结再认上，概念定义比句子填充条件有更多的熟悉性和回想加工；在项目再认上，两种条件有相等的熟悉性和相等的回想加工。这一结果表明一体化能够通过增加熟悉性和回想加工来提高联结再认的表现，但并不影响项目再认及其加工过程，支持“只有收益”观点。

金朝晖(2021)的学位论文中通过两个实验分别探讨了自下而上一体化(实验 1，复合词 vs.无关词对)和自上而下一体化(实验 2，一体化编码 vs. 精细加工编码)对老年被试和年轻被试项目再认和联结再认的影响。实验 1 的结果显示，自下而上一体化并不影响年轻被试的项目再认和联结再认表现，但会提高老年被试的项目再认和联结再认表现。区分熟悉性和回想加工对项目再认的贡献(未测量熟悉性和回想加工对联结再认的贡献)，结果显示对于年轻被试，复合词比无关词对诱发更小的 LPC 效应，与 Liu(2020b)、Liu 和 Guo (2021)的研究结果相一致；对于老年被试，复合词诱发显著的 LPC 效应，无关词对没有这一效应，但两者之间的差异未达到统计显著水平。实验 2 同样发现，对于年轻被试，自上而下一体化既不影响项目再认也不影响联结再认表现；对于老年被试，自上而下一体化在促进联结再认的同时损害了项目再认表现。区分熟悉性和回想加工对项目再认的贡献，结果显示不论年轻被试还是老年被试，一体化条件都比精细加工条件诱发更小的 FN400 效应。在 LPC 效应上，年轻被试两种条件间诱发相等的 LPC 效应，这一结果与 Pilgrim 等(2012)的结果相一致；老年被试没有出现这一效应。总体而言，金朝晖(2021)的研究表明，对于年轻被试，不论自下而上一体化还是自上而下一体化都不会损害项目再认的表现，支持“只有收益”观点。对于老年被试，自下而上一体化在促进联结再认的同时也提高了项目再认的表现，支持“只有收益”观点，而自上而下一体化在促进联结再认的同时损害了项目再认的表现，支持“收支平衡”观点。

早期，我们试图从认知资源有限的角度对“只有收益”和“收支平衡”观点进行解释。认知资源是有限的，一体化中的联结编码和项目编码是一个竞争认知资源的过程，但两者并不是此消彼长的关系，而需要考虑到实验材料自身的性质。在自上而下一体化中，由于实验材料之间的无联结性，被试需要将更多的认知资源投放到联结编码中用以生成整体表征，这将导致较少的认知资源被投放到项目编码上。因此，自上而下一体化可能会损害项目再认的表现。相反，在自下而上一体化中，由于实验材料之间已经存在联结，被试并不需要花费额外的认知资源来生成联结，这将导致有足够的认知资源可以被投放到项目编码上。因此，自下而上一体化并不会损害项目再认的表现。这一假设很好地解释了老年被试的研究结果，但似乎并不符合年轻被试的结果。究其原因可能还是因为相比较于年轻被试，老年被试在生成联结时需要更多的认知资源(Badham et al., 2012)，导致可以用于项目编码的认知资源减少。这体现在与回想加工相关的 LPC 效应上，不论自上而下一体化(复合词 vs.无关词对)还是自下而上一体化(一体化编码 vs.精细加工编码)，年轻被试都诱发显著的 LPC 效应，而老年被试只在自下而上一体化中复合词条件下诱发显著的 LPC 效应，其它 3 种条件下(实验前没有联结)都没有诱发这一效应。

那么什么情况下，一体化编码会损害年轻被试的项目再认呢？Ahmad 和 Hockley (2014)通过复合词和非复合词来操纵一体化水平，探讨一体化对联结再认和项目再认的作用。结果显示，复合词比非复合词有更好的联结再认表现和更差的项目再认表现，表明一体化在促进联结再认的同时损害了项目再认，支持“只有收益”观点。需要注意的是, Ahmad 和 Hockley (2014)与上述其它研究的不同在于，Liu 等(2020b)、Liu 和 Guo (2021)、

Pilgrim 等(2012)以及 Parks 和 Yonelinas (2015)的研究使用了同一组新词，而 Ahmad 和 Hockley (2014)的研究中包含两组新词：复合－新词和非复合－新词。前者是构成复合词的单个词语，而后者是构成非复合词的单个词语。对两者虚报率的分析显示，复合－新词比非复合－新词有更高的虚报率。Liu 和 Guo (2021)也将新图片刺激区分为语义相关的诱饵图片和语义无关的新图片，要求被试区分旧/诱饵/新图片(实验 3)。结果显示，在区分旧/新图片时，相关图片比无关图片有更好的项目再认表现，但在区分诱饵/旧图片时，相关图片比无关图片有更差的项目再认表现。这两项研究表明新刺激材料的属性确实会影响一体化对项目再认的作用，且这一作用主要体现在对语义相关新刺激的高虚报率上。综上所述，认知资源有限和新/旧刺激之间的语义相关性可能是解释“收支平衡”和“只有收益”观点分歧的重要原因。

4 一体化对联结再认和项目再认作用可能的理论解释

虽然关于一体化对联结再认作用的研究已经开展了近 10 年，但关于这一作用的内在机制却较少得到研究者的关注。Parks 和 Yonelinas (2015)最初认为一体化本质上可能是一种深加工过程。在他们的系列研究中，实验 3 直接比较了一体化水平和加工水平对联结再认和项目再认的作用。结果显示，一体化水平和加工水平对联结再认和项目再认的作用出现分离。加工水平能够同时促进联结再认和项目再认表现，而一体化水平只能促进联结再认表现。区分熟悉性和回想加工对两种再认的贡献结果显示，不论联结再认还是项目再认，加工水平都能增加熟悉性和回想加工对再认的贡献，而一体化水平只能增加熟悉性加工对联结再认的贡献。基于上述结果，Parks 和 Yonelinas (2015)认为一体化并不是对词语的深加工过程，而可能是形成了一个新的整体表征。

Tibon 等(2018)首次提出项目假说和图式假说，试图揭示一体化的内在机制。其中，项目假说认为，熟悉性只能支持单个项目的再认，如果两个或两个以上项目间关系的记忆可以由熟悉性加工来支持，那么这两个或两个以上项目必然形成一个新的单一项目表征(single-item representation)。而图式假说则认为，当两个语义无关的项目同时呈现并伴随一个可以同时适用于这两个项目的语义背景时，即使这两个项目不能构成一个预先存在的概念，语义背景也提供了一个可以容纳这两个项目的新结构，即图式(两个项目：白糖　毛巾；语义背景：有甜味的布)。利用项目假说和图式假说最明显的区别——图式具有泛化性，可以从一个联结扩散到另一个联结，Tibon 等(2018)开展了 3 个实验来检验图式假说的合理性。实验分为 3 个阶段：初学阶段，被试在概念定义和句子填充两种任务下学习语义无关的词对(云彩－草地)；重学阶段，将学习过的词语与未学习的语义相关(月亮－草地)或语义无关词语(茶水－草地)进行重新匹配；终测阶段，对重学阶段的词对进行联结再认测验(月亮－草地、茶水－草地)。Tibon 等(2018)推测如果图式假说成立，那么概念定义编码条件下重学阶段呈现的相关词将可以得到泛化，导致相关词比无关词有更好的联结再认表现。即对于相关词，概念定义将比句子填充任务有更好的联结再认表现，而对于无关词，概念定义和句子填充任务之间没有显著的差异。然而，3 个实验的结果一致显示，不论是相关词还是无关词，概念定义和句子填充任务都有相等的联结再认表现，反对了图式假说。那么，一体化是否就真的生成一个新的单一项目表征呢(项目假说)?

我们认为对这一问题的探索应该结合联结再认和项目再认共同考虑。通过同时考察一体化对联结再认和项目再认的作用，可以检验项目假说和精细加工假说(即深加工)的合理性。依据上述一体化对联结再认(第 1 部分)和项目再认(第 3 部分)的作用，我们发现一体化在促进联结再认的同时并不会促进项目再认(Ahmad & Hockley, 2014; Liu et al., 2020b; Parks & Yonelinas, 2015; Pilgrim et al., 2012)，反对了精细加工假说。区分熟悉性和回想加工对联结再认和项目再认的贡献，结果一致显示，一体化能够促进熟悉性加工对联结再认的贡献，但会减少熟悉性或回想加工对项目再认的贡献(Liu et al., 2020b; Liu & Guo, 2021; Pilgrim et al., 2012)。即一体化增加了被试对联结的熟悉性，但减少了对构成联结的单个项目的熟悉性和可回想程度，这一结果更符合项目假说的观点。Liu 等(unpublished data)也分别比较了编码和提取阶段复合词和非复合词诱发的波幅。结果显示，不论是编码阶段学习的复合词 vs.非复合词，还是

提取阶段重新组合而成的复合词 vs.非复合词，复合词总比非复合词诱发更正的波幅(300 ~ 800 ms, 右额区和双侧顶区)，这一差异与 Tu 等(2017)研究中的整体加工过程高度一致。因此，我们推测一体化编码(尤其是自下而上一体化)的早期必然存在整体编码，支持项目假说。然而，目前关于一体化发生机制的理论解释仍处于探索初期，且主要依据提取阶段的结果来推测编码阶段一体化的发生过程，未来需要更精巧的实验设计直接探讨编码阶段一体化的发生过程。

5　研究展望

5.1　未来研究方向

首先，虽然一体化促进熟悉性加工对联结再认的贡献这一观点已被广泛接受，但关于一体化对联结再认和回想加工的作用仍存在分歧。一体化一致性是导致这一分歧的重要因素。受实验材料选择和联结记忆负荷的限制，绝大多数的研究并未对这一变量进行很好的控制。而 3 项关注这一变量的研究表明，一体化对联结记忆的作用明显受一体化一致性的调节(Delhaye et al., 2019; Liu et al., 2020a; Liu et al., unpublished data)。那么，以往关于一体化对联结再认作用的研究结论在推广时就需要更加谨慎，且未来关注一体化对联结再认作用的研究也有必要将这一变量纳入考量，从而对一体化效应(一体化对联结再认的促进效应)有一个更准确的认识。尤其对于自上而下一体化的研究，受实验材料自身属性的限制，高一体化条件下编码－提取刺激材料无法匹配一体化水平。那么是否可以借助相关词对来同时考察自上而下一体化、自下而上一体化以及一体化一致性对联结再认的影响呢？例如，编码阶段设置语义相关词对、概念定义和句子填充三种实验条件，提取阶段语义相关词对可以重新组合为相关－重组－一致和相关－重组－不一致词对，而概念定义和句子填充任务中也同样设置概念－重组－相关词对、概念－重组－无关词对、句子－重组－相关词对和句子－重组－无关词对条件。这一设计不仅可以直接比较概念定义和概念一体化对联结再认作用的大小，还可以粗略估计一体化一致性对自上而下一体化与联结再认关系的作用。

其次，现有研究多关注单一一体化方式对联结再认的促进作用，而较少比较两种或两种以上一体化方式对联结再认作用的大小。这导致各种一体化方式的结果相互独立，缺少直接比较。Li 等(2017, 2019)考察了同时呈现 vs.继时呈现、单通道呈现 vs.跨通道呈现对复合词和非复合词联结再认的影响。结果显示，相比较于知觉一体化(同时呈现 vs.继时呈现、单通道呈现 vs.跨通道呈现)，概念一体化有更高的一体化水平(即概念一体化>知觉一体化)。Rhodes 和 Donalson (2008)比较了概念一体化(复合词 vs.非复合词)和自上而下一体化(概念定义 vs.句子填充)对联结再认的作用。结果显示，前者比后者有更高的一体化水平(即概念一体化>概念定义法)。Lu 等(2020)直接比较了两种自上而下一体化方式(交互表象 vs.概念定义)对联结再认的影响。结果显示，交互表象可能比概念定义有更高的一体化水平(即交互表象>概念定义)。虽然上述 4 项研究都探讨了不同一体化方式的水平，但目前尚未有研究直接比较概念一体化 vs.交互表象、概念定义/交互表象 vs.知觉一体化的高/低水平。确定这些一体化方式在一体化连续体上的相对位置有助于我们更加直观地比较和预测不同一体化策略对联结再认促进效应的大小，以便选择更优的一体化策略来提高记忆表现。

最后，目前一体化对联结再认作用的研究多以正常成年人(熟悉性和回想加工都保持完整)或老年群体(熟悉性加工保持完整，回想加工受损)为研究对象，而较少探讨一体化对学龄儿童、青少年群体或中年群体联结再认的作用。即一体化对联结再认作用的毕生发展规律是如何的？基于现有的研究知识，我们推测熟悉性和回想加工的毕生发展规律可能类似于流体智力和晶体智力。受个体知识经验与大脑发育规律的双重作用，熟悉性加工在儿童早期就得到较好的发展，青少年时期已趋于完善。随着年龄的增长和人生阅历的丰富，熟悉性加工在人的一生中可能呈稳步增长的趋势。而回想加工的发展要晚于熟悉性加工，儿童早期较难依赖回想加工来学习新联结知识(Robey & Riggins, 2018)。随着大脑的发育，在青少年时期回想加工得到快速发展并逐步趋于完善，直到老年时期，随着海马体积的缩小以及灰质的减少，老年群体的回想加工明显受损(回想加工的发展规律可能呈现类倒 U 型曲线)。结合熟悉性和回想加工的毕生发展规律，未来研究可以探讨一体化对联结再认促进效应的毕生发展规律，以便

依据具体的人群特点来判断是否使用这一策略。

5.2 研究意义

一体化对联结再认促进作用的研究最早应用于老年人身上，随着年龄的增加，老年人的联结再认明显差于年轻人，这一现象被称为年龄相关的联结记忆缺陷(age-related associative memory deficit)。Ahmad 等(2014)和 Zheng 等(2015b)以复合词和非复合词为实验材料，Delhaye 等(2018b)以分类相关和分类无关词对为实验材料，Naveh-Benjamin 等(2003)以语义相关和语义无关词对为实验材料的研究都发现，相比较于低一体化水平下老年被试比年轻被试有更差的联结再认表现，高一体化条件下，老年被试比年轻被试有相等的甚至更好的联结再认表现。Badham 等(2012), Bridger 等(2017)和 Delhaye 等(2019)也发现，不论在高一体化还是在低一体化条件下，年轻被试都比老年被试有更好的联结再认表现，但高一体化条件下的差异明显小于低一体化条件。这些研究都表明一体化确实能够缓解由年龄增长而带来的联结记忆缺陷，为缓解我国即将到来的老龄化问题提供了一个新的问题解决视角。

此外，自上而下一体化本质上与我们日常学习中使用的捆绑或者说组块策略并无区别，是一种百姓日用而不自知的学习策略。尤其对于先验知识匮乏的群体或缺少内在联系的无关知识，一体化是一种非常有效的能够提高记忆表现的学习策略(Robey & Riggins, 2018)。例如：当中小学生(先验知识匮乏的群体)在学习古诗词或成语时(半亩方塘一鉴开，天光云影共徘徊、米珠薪桂)，未习得前，各个词语之间并无直接联系。而在学习的过程中，学生可以通过想象(半亩大的方形池塘像一面镜子一样打开，天光、云影在水面上闪耀浮动，交互表象法)来理解和学习“半亩方塘一鉴开，天光云影共徘徊”，或通过赋予这些词语一定的意义(米像珍珠，柴火像桂木一样贵重，概念定义法)来理解“米珠薪桂”。简而言之，充分理解这一策略的适用条件和内在过程，有助于我们可以为特殊人群(回想加工受损的老年人、遗忘症患者、低年级学龄儿童)或特殊任务(依靠熟悉性加工的选择题或判断题、依靠回想加工的简答题或思考题)选择合适的编码策略，将实验室研究应用于日常生活，从而更具针对性和更高效地提高个体获取新知识的能力。

最后，除了仅使用一体化策略来提高联结记忆的表现以外，还可以将一体化策略与重复学习、提取练习(也称之为测验)或分散学习等其它策略相结合，探索和开发更具生态效度的学习方法。例如，将一体化和提取练习相结合，探索这两种策略对联结记忆的影响。我们正在整理的一项研究中，初学阶段要求被试学习复合词和非复合词(自下而上一体化)，重学阶段要求被试对一半词语进行重新学习，对另一半词语进行提取练习(采用线索回忆任务)，终测阶段(2 天后)要求被试完成联结再认测验。结果显示，不论重学还是重测条件，复合词都比非复合词有更好的联结再认表现，但重测条件下的这一差异显著小于重学条件。此外，对于复合词，重学和重测两种条件下有相等的联结再认表现，但对于非复合词，重测比重学条件有更好的联结记忆表现。这一研究不仅从编码和提取两个角度同时考察了一体化和提取练习对联结记忆的作用，也更接近于我们日常生活中的学习模式(学习－测验相结合)，更具有理论研究和实际应用意义。未来研究可以进一步拓展一体化与其它策略的结合，开发更高效和更具生态性的学习方法。

6 总结

回顾现有研究，我们发现不论是自上而下一体化还是自下而上一体化，都能够促进熟悉性加工对联结再认的贡献，且都不会损害项目再认表现，支持“只有收益”观点，表明一体化是一种非常有效的能够提高联结记忆表现的学习策略。具体而言，首先，一体化对联结再认的作用受一体化一致性的调节，当编码阶段学习的高一体化刺激被重新组合为低一体化刺激时，一体化能够促进联结再认表现。其次，一体化对构成联结的单个项目再认的作用不仅受认知资源的限制，还受新/旧刺激材料之间语义相关性的影响。再次，虽然关注一体化对联结再认作用的研究已经开展了近 10 年，但关于这一作用的发生机制尚不明确。目前存在 3 种可能的理论解释：“项目假说”、“图式假说”以及“精细加工假说”。结合一体化对联结再认和项目再认的共同作用，现有的研究结果似乎更支持“项目假说”。最后，我们展望一体化对特殊群体联结记忆的作用以及一体化效应的毕生发展规律，试图将实验室研究应用于日常学习。

参考文献

金朝晖. (2021). *一体化编码对老年人联结记忆任务中的项目成分的影响* (硕士学位论文). 江西师范大学.

刘贵雄, 贾永萍, 王余娟, 买合甫来提·坎吉, 郭春彦. (2019). 联结再认中双语者第二语言记忆优势效应. *心理学报, 51*(1), 14–23.

刘泽军, 王余娟, 郭春彦. (2019). 从整合的角度看联结记忆中的项目再认. *心理科学进展, 27*(3), 490–498.

律原, 梁九清, 郭春彦. (2015). 项目间语义可整合性对联结再认的影响——来自ERPs研究证据. *心理学报, 47*(4), 427–438.

郑志伟, 李娟, 肖凤秋. (2015). 熟悉性能够支持联结记忆: 一体化编码的作用. *心理科学进展, 23*(2), 202–212.

Ahmad, F. N., & Hockley, W. E. (2014). The role of familiarity in associative recognition of unitized compound word pairs. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology, 67*(12), 2301–2324.

Ahmad, F. N., Fernandes, M., & Hockley, W. E. (2014). Improving associative memory in older adults with unitization. *Aging, Neuropsychology, and Cognition, 22*(4), 452–472.

Bader, R., Mecklinger, A., Hoppstödter, M., & Meyer, P. (2010). Recognition memory for one-trial-unitized word pairs: Evidence from event-related potentials. *Neuroimage, 50*(2), 772–781.

Badham, S. P., Estes, Z., & Maylor, E. A. (2012). Integrative and semantic relations equally alleviate age-related associative memory deficits. *Psychology and Aging, 27*(1), 141–152.

Bird, C. M. (2017). The role of the hippocampus in recognition memory. *Cortex, 93*, 155–165.

Borders, A. A., Aly, M., Parks, C. M., & Yonelinas, A. P. (2017). The hippocampus is particularly important for building associations across stimulus domains. *Neuropsychologia, 99*, 335–342.

Bridger, E. K., Kursawe, A. L., Bader, R., Tibon, R., Gronau, N., Levy, D. A., Mecklinger, A. (2017). Age effects on associative memory for novel picture pairings. *Brain Research, 1664*, 102–115.

Delhaye, E., & Bastin, C. (2018a). The impact of aging on associative memory for preexisting unitized associations. *Aging, Neuropsychology, and Cognition, 25*(1), 70–98.

Delhaye, E., Folville, A., & Bastin, C. (2019). How to induce an age-related benefit of semantic relatedness in associative memory: It's all in the design. *Psychology and Aging, 34*(4), 572–586.

Delhaye, E., Tibon, R., Gronau, N., Levy, D. A., & Bastin, C. (2018b). Misrecollection prevents older adults from benefitting from semantic relatedness of the memoranda in associative memory. *Aging, Neuropsychology, and Cognition, 25*(5), 634–654.

Desaunay, P., Clochon, P., Doidy, F., Lambrechts, A., Bowler, D. M., Gérardin, P., ... Guillery-Girard, B. (2017). Impact of Semantic Relatedness on Associative Memory: An ERP Study. *Frontiers in Human Neuroscience, 11*, 335–345.

Donaldson, D. I., & Rugg, M. D. (1998). Recognition memory for new associations: Electrophysiological evidence for the role of recollection. *Neuropsychologia, 36*(5), 377–395.

Giovanello, K. S., Keane, M. M., & Verfaellie, M. (2006). The contribution of familiarity to associative memory in amnesia. *Neuropsychologia, 44*(10), 1859–1865.

Graf, P., & Schacter, D. L. (1989). Unitization and grouping mediate dissociations in memory for new associations. *Journal of Experimental Psychology Learning Memory and Cognition, 15*(5), 930–940.

Greve, A., van Rossum, M. C. W., & Donaldson, D. I. (2007). Investigating the functional interaction between semantic and episodic memory: Convergent behavioral and electrophysiological evidence for the role of familiarity. *NeuroImage, 34*(2), 801–814.

Han, M., Mao, X., Kartvelishvili, N., Li, W., & Guo, C. (2018). Unitization mitigates interference by intrinsic negative emotion in familiarity and recollection of associative memory: Electrophysiological evidence. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience, 18*(6), 1259–1268.

Haskins, A. L., Yonelinas, A. P., Quamme, J. R., & Ranganath, C. (2008). Perirhinal cortex supports encoding and familiarity-based recognition of novel associations. *Neuron, 59*(4), 554–560.

Hubbard, R. (2014). *Unitization and semantic information* (Unpublished master's thesis). University of Illinois, Urbana-Champaign.

Kamp, S. M., Bader, R., & Mecklinger, A. (2016). The effect of unitizing word pairs on recollection versus familiarity-based retrieval-further evidence from ERPs. *Advances in Cognitive Psychology, 12*(4), 169–178.

Kirwan, C. B., Wixted, J. T., & Squired, L. R. (2010). A demonstration that the hippocampus supports both recollection and familiarity. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 107*(1), 344-348.

Kriukova, O., Bridger, E., & Mecklinger, A. (2013). Semantic relations differentially impact associative recognition memory: Electrophysiological evidence. *Brain and Cognition, 83*(1), 93–103.

Li, B., Mao, X., Wang, Y., & Guo, C. (2017). Electrophysiological correlates of familiarity and recollection in associative recognition: Contributions of perceptual and conceptual processing to unitization. *Frontiers in Human Neuroscience, 11*, 1–12.

Li, B., Han, M., Guo, C., & Tibon, R. (2019). Unitization modulates recognition of within-domain and cross-domain associations: Evidence from event-related potentials. *Psychophysiology, 56*(11), 1–14.

Liu, Z., Wang, Y., & Guo, C. (2020a). Under the condition of unitization at encoding rather than unitization at retrieval, familiarity could support associative recognition and the relationship between unitization and recollection was moderated by unitization-congruence. *Learning & Memory, 27*(3), 104–113.

Liu, Z., & Guo, C. (2021). Unitization could facilitate item recognition but inhibit verbatim recognition for picture stimuli: Behavioral and event-related potential study. *Psychological Research, 85*(8), 2935–2953.

Liu, Z., Wu, J., Wang, Y., & Guo, C. (2020b). Unitization does not impede overall item recognition performance: Behavioral and event-related potential study. *Neurobiology of Learning and Memory, 167*. https://doi.org/10.1016/j.nlm.2019.107130

Lu, B., Liu. Z., Wang, Y., & Guo, C. (2020). The different effects of concept definition and interactive imagery encoding on associative recognition for word and picture stimuli. *International Journal of Psychophysiology, 158*, 178–189.

Lyu, Y., Wang, Y., Mao, X., Li, X., & Guo, C. (2017). Semantic relationship shared between words: Influence on associative recognition supported by event-related potentials. *NeuroReport, 29*(2), 72–78.

Mandler, G. (1980). Recognizing: The judgment of previous occurrence. *Psychological Review, 87*(3), 252–271.

Mayes, A. R., Holdstock, J. S., Isaac, C. L., Hunkin, N. M., & Roberts, N. (2002). Relative sparing of item recognition memory in a patient with adult-onset damage limited to the hippocampus. *Hippocampus, 12*(3), 325–340.

Murray, J. G. (2014). *Associative recognition: Exploring the contributions of recollection and familiarity* (Unpublished doctorial dissertation). University of Stirling, UK.

Naveh-Benjamin, M., Hussain, Z., Guez, J., & Bar-On, M. (2003). Adult age differences in episodic memory: Further support for an associative-deficit hypothesis. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 29*(5), 826–837.

Olsen, R. K., Moses, S. N., Riggs, L., & Ryan, J. D. (2012). The hippocampus supports multiple cognitive processes through relational binding and comparison. *Frontiers in Human Neuroscience, 6*, 1–13.

Opitz, B., & Cornell, S. (2006). Contribution of familiarity and recollection to associative recognition memory: Insights from event-related potentials. *Journal of Cognitive Neuroscience, 18*(9), 1595–1605.

Parks, C. M., & Yonelinas, A. P. (2015). The importance of unitization for familiarity-based learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 41*(3), 881–903.

Pilgrim, L. K., Murray, J. G., & Donaldson, D. I. (2012). Characterizing episodic memory retrieval: Electrophysiological evidence for diminished familiarity following unitization. *Journal of Cognitive Neuroscience, 24*(8), 1671–1681.

Quamme, J. R., Yonelinas, A. P., & Norman, K. N. (2007). Effect of unitization on associative recognition in amnesia. *Hippocampus, 17*(3), 192–200.

Rhodes, S. M., & Donaldson, D. I. (2007). Electrophysiological evidence for the influence of unitization on the processes engaged during episodic retrieval: Enhancing familiarity based remembering. *Neuropsychologia, 45*(2), 412–424.

Rhodes, S. M., & Donaldson, D. I. (2008). Electrophysiological evidence for the effect of interactive imagery on episodic memory: Encouraging familiarity for non-unitized stimuli during associative recognition. *Neuroimage, 39*(2), 873–884.

Robey, A., & Riggins, T. (2018). Increasing relational memory in childhood with unitization strategies. *Memory and Cognition, 46*(1), 100–111.

Rugg, M. D., Mark, R. E., Walla, P., Schloerscheidt, A. M., Birch, C. S., & Allan, K. (1998). Dissociation of the neural correlates of implicit and explicit memory. *Nature, 392*(6676), 595–598.

Shao, H., Opitz, B., Yang, J., & Weng, X. (2016). Recollection reduces unitised familiarity effect. *Memory, 24*(4), 535–547.

Tibon, R., Ben-Zvi, S., & Levy, D. A. (2014a). Associative recognition processes are modulated by modality relations. *Journal of Cognitive Neuroscience, 26*(8), 1785–1796.

Tibon, R., Gronau, N., Scheuplein, A. L., Mecklinger, A., & Levy, D. A. (2014b). Associative recognition processes are modulated by the semantic unitizability of memoranda. *Brain and Cognition, 92C*, 19–31.

Tibon, R., Greve, A., & Henson, R. (2018). The missing link? Testing a schema account of unitization. *Memory & Cognition, 46*(7), 1023–1040.

Tibon, R., & Henson, R. (2015). Commentary on: Recollection reduces unitised familiarity effect. *Frontiers in Psychology, 6*, 757–760.

Tu, H. W., Alty, E., & Diana, R. A. (2017). Event-related potentials during encoding: Comparing unitization to relational processing. *Brain Research, 1667*, 46–54.

Wang, Y., Mao, X., Li, B., Lu, B., & Guo, C. (2016). Semantic memory influences episodic retrieval by increased familiarity. *NeuroReport, 27*(10), 774–782.

Woodruff, C. C., Hayama, H. R., & Rugg, M. D. (2006). Electrophysiological dissociation of the neural correlates of recollection and familiarity. *Brain Research, 1100*(1),

125–135.

Yonelinas, A. P. (1997). Recognition memory ROCs for item and associative information: The contribution of recollection and familiarity. *Memory & Cognition, 25*, 747–763.

Yonelinas A. P. (2002). The nature of recollection and familiarity: A review of 30 years of research. *Journal of Memory and Language, 46*(3), 441–517.

Yonelinas, A. P., Aly, M., Wang, W. C., & Koen, J. D. (2010). Recollection and familiarity: Examining controversial assumptions and new directions. *Hippocampus, 20*(11), 1178–1194.

Zheng, Z., Li, J., Xiao, F., Broster, L. S., & Jiang, Y. (2015a). Electrophysiological evidence for the effects of unitization on associative recognition memory in older adults. *Neurobiology of Learning and Memory, 121,* 59–71.

Zheng, Z., Li, J., Xiao, F., Broster, L. S., Jiang, Y., & Xi, M. (2015b). The effects of unitization on the contribution of familiarity and recollection processes to associative recognition memory: Evidence from event-related potentials. *International Journal of Psychophysiology, 95*(3), 355–362.

Unitization improves associative memory: The role of familiarity and recollection processes

LIU Zejun, LIU Wei

(*Department of Psychology, Educational College, Shanghai Normal University, Shanghai* 200234, *China*)

Abstract: Associative recognition is generally thought to require recollection while familiarity cannot support it. However, recent studies suggested that familiarity can also contribute to associative recognition when the to-be-associated stimuli are unitized during encoding. Here, we reviewed these studies and concluded that: (1) The effect of unitization on associative recognition was affected by unitization-congruence (i.e. whether the level of unitization were changed from study to test); (2) The effect of unitization on item recognition might be moderated by two factors, one is the semantic relatedness between the old and new words, the other is the limited cognitive resources; (3) There are three possible theoretical explanations for the mechanisms of unitization, namely, the item account, the schema account, and the semantic elaboration hypothesis. In future research, we can not only compare the facilitation effect of different unitization on associative memory but also explore its lifelong development pattern, provided that unitization-congruence needs to be taken into account.

Key words: unitization, associative memory, item recognition, familiarity, recollection